


LA RANA PATONA UN COLOSO EN LA RIBERA DEL LAGO DE CHAPALA. PÁG: 7



PLANTAS, HORMIGAS Y HERBÍVOROS INTERACTÚAN EN UN AMBIENTE SEMIÁRIDO EN EL CENTRO DE MÉXICO, ¿CÓMO LO HACEN? PÁG:12



NÚM. 132 MAYO-JUNIO DE 2017

ISSN: 1870-1760

# BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

MODOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Actualmente el mundo enfrenta dos grandes crisis: la alimentaria y la de la pérdida de biodiversidad. Es habitual que cada uno de estos problemas se aborde de manera aislada e incluso antagónica, cuando en realidad ambos se encuentran estrechamente entrelazados. Esto se ha visto reflejado, por ejemplo, en la desarticulación entre investigaciones académicas y tecnológicas y en la implementación de políticas públicas para la conservación.[1, 2]



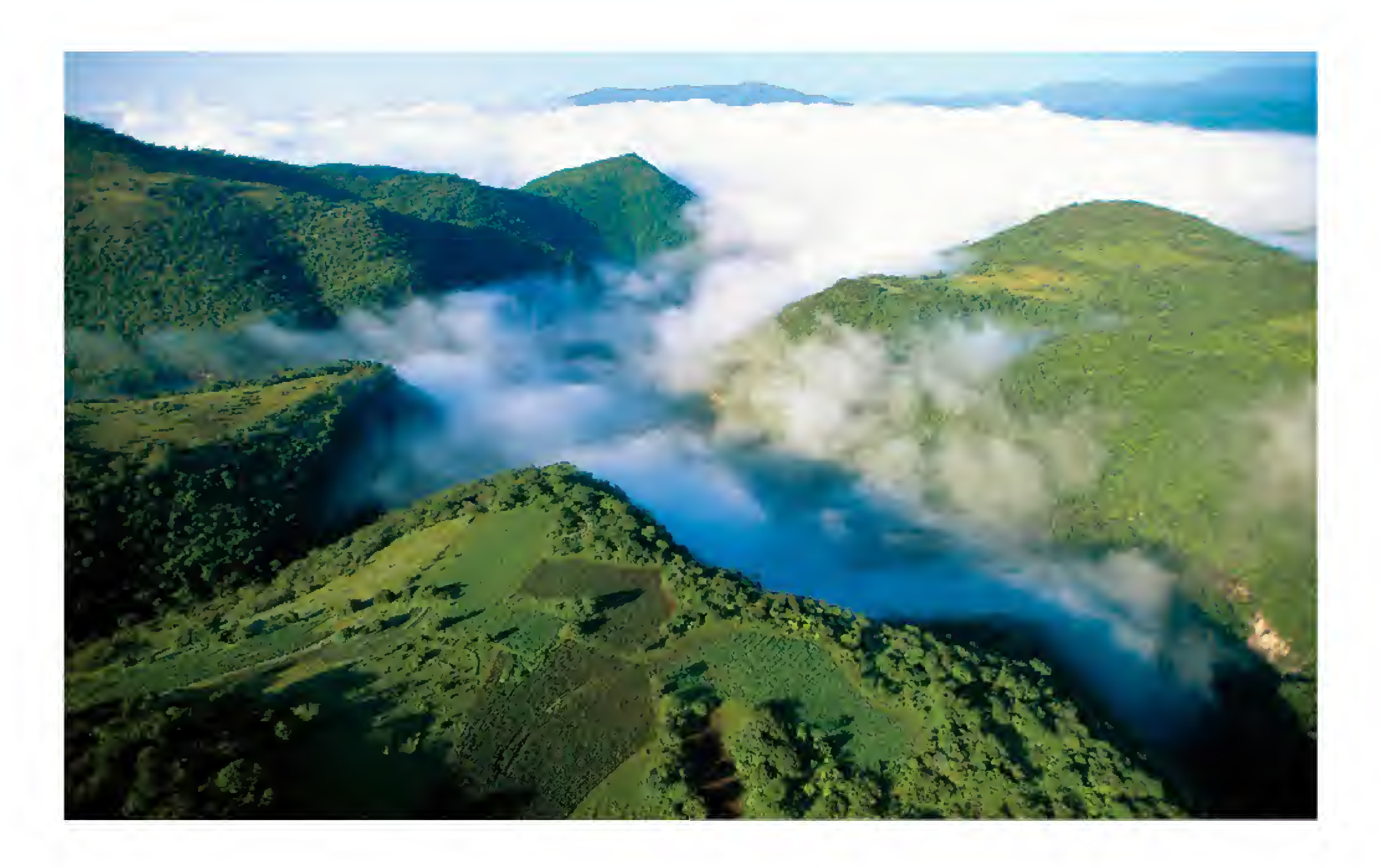
# MODOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
## y conservación de la biodiversidad en México

CECILIA GONZÁLEZ GONZÁLEZ[1, 2, 3],
CRISTINA ALONSO-FERNÁNDEZ[1, 4, 5],
EMILIO MORA VAN CAUWELAERT[1, 2],
MAURICIO BETANCOURT DE LA PARRA[6, 7],
ADRIANA USCANGA CASTILLO[1],
MARIANA BENÍTEZ[1, 2*]

Muchas de las estrategias para la conservación de la biodiversidad suelen enfocarse en la dinámica de las comunidades ecológicas al interior de parches de vegetación primaria, o bien en la conexión entre estas comunidades por vía de corredores continuos o discontinuos, también de vegetación primaria,[3] sin considerar lo que ocurre alrededor de las reservas.

No obstante, las actividades que se desarrollan fuera de las reservas y la dinámica ecológica dentro de ellas no están aisladas y se influyen mutuamente.[4] Además, dado que aproximadamente 95% de la superficie continental está ocupado por terrenos agrícolas y ganaderos, bosques manejados y asentamientos humanos,[5] el empleo que se le da a estos espacios impacta de manera importante en la biodiversidad del planeta. Por lo tanto, para preservar la biodiversidad no basta con estudiar la dinámica ecológica al interior de los parches, sino que también es necesario estudiar la cantidad, la distribución y el tipo de actividades agropecuarias en el paisaje.

Aquí buscamos analizar las relaciones entre la agricultura y la conservación de la biodiversidad en México, centrándonos en los efectos de distintos modos de producción agrícola sobre las dinámicas de las comunidades bióticas que se encuentran fragmentadas en el paisaje. Al finalizar la Revolución mexicana, comenzó un proceso de cambio cualitativo en la forma de producir alimentos. Por una parte, el reparto de tierras se orientó a maximizar la producti-



vidad agrícola y garantizar el aprovechamiento de la mayor parte del territorio.[6] Por otra parte, las tendencias mundiales impulsadas por la llamada *revolución verde*, fomentaron la agricultura industrializada, que se caracterizó por una creciente tecnificación y maquinización de los procesos productivos, así como por la necesidad de emplear insumos externos tales como semillas comerciales, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. Además se propició el establecimiento de monocultivos a gran escala en los que los procesos ecosistémicos (reciclaje de nutrientes, control de herbívoros, contención del suelo y del agua, etcétera) se intentaron reemplazar con estos insumos.[7, 8] Sin embargo, aún existen en México otros modos de producción que son desarrollados por millones de campesinos a pequeña escala y que reconocen e incorporan los rasgos culturales y las interacciones ecológicas en los sistemas productivos. En éstos se reduce la necesidad de incorporar insumos externos y se favorece la autosuficiencia a largo plazo y ante fluctuaciones ambientales.[9, 10]

Estos dos modos de producción agrícola impactan de manera muy distinta a la biodiversidad circundante o asociada a áreas de vegetación primaria. El manejo que contempla y aprovecha la biodiversidad al interior de los cultivos, el uso reducido de insumos tóxicos y la conservación del suelo y el agua tienen a su vez el potencial de conservar la biota nativa asociada a los terrenos agrícolas, permitiendo el establecimiento temporal o permanente de especies silvestres. Al respecto, diversos estudios muestran la alta riqueza de especies no cultivadas encontrada en este tipo de sistemas (cafetales, cacaotales, milpas y arrozales), en comparación con sus equivalentes más industrializados.[1, 4, 11]

En contraste, la agricultura que hace énfasis en maximizar el rendimiento de una sola especie (monocultivos) busca eliminar a las demás. Este tipo de producción inevitablemente incluye el uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas que en parte buscan sustituir las funciones de la biodiversidad que es eliminada[4] y que además implican, para su fabricación, enormes cantidades de energía fósil no renovable.[12] El uso de estos productos es considerado uno de los principales factores de reducción de la fertilidad de los suelos y de contaminación de los recursos hídricos.[13] Además, los herbicidas y los plaguicidas utilizados suelen afectar no sólo a ciertas especies "blanco" sino que directa e indirectamente inciden en las redes tróficas en general.[14, 15] Por ejemplo, de los 500 millones de toneladas de herbicidas y plaguicidas para cultivos que se utilizan anualmente en Estados Unidos, sólo 1% perjudica a los organismos blanco.[14] Por otro lado, el uso intensivo de riego ha llevado a la saturación, salinización y alcalinización del suelo, al igual que a una reducción preocupante del nivel de los acuíferos.[16, 17] Todo ello desarticula las interacciones y los procesos ecológicos necesarios para la conservación de la biodiversidad.

Los paisajes heterogéneos que caracterizan a la mayor parte del territorio mexicano constituyen una matriz compleja que, dependiendo del tipo de actividades productivas que en ella se realicen, puede permitir la conservación de las especies en grandes escalas espaciales.

Fotos: © Fulvio Eccardi

Se ha reportado que en algunos cultivos de papa y fresa, la heterogeneidad y composición de lo que rodea a los cultivos afecta distintos atributos de los productos agrícolas y la presencia de herbívoros que pueden convertirse en plagas.

No obstante, los efectos sobre la biodiversidad de los distintos modos de producción no se restringen a las zonas de cultivo, sino que la afectan también más allá de la escala local, es decir, en zonas de vegetación primaria o secundaria a través del paisaje. Para entender este fenómeno hay que referirse al concepto de metapoblación: un conjunto de poblaciones locales espacialmente delimitadas que se encuentran acopladas por algún grado de flujo o migración.[18] La mayoría de las especies existen en esta configuración de "parches" o fragmentos, ya sea porque naturalmente se distribuyen heterogéneamente en el espacio o debido a la fragmentación antropogénica de su hábitat.[19, 4]

La dinámica de las metapoblaciones está determinada por dos mecanismos principales: la extinción local y la migración.[18] Es importante reconocer que las extinciones locales son ubicuas en la naturaleza incluso en especies que habitan en reservas naturales de gran tamaño.[4] En este escenario, lo que evita que una especie desaparezca del paisaje es la posibilidad que ésta tenga de migrar a través del mismo, contrarrestando la extinción en los distintos parches.

La tasa de migración entre fragmentos depende del tamaño y de la distribución de éstos, así como de la capacidad de dispersión de las especies,[19] pero también, y de manera muy importante, de la capacidad del medio en el que están embebidos los parches para alojar temporal o permanente a las especies que migran. Así, esta capacidad se vuelve fundamental para la dinámica de las metapoblaciones, pues de ella depende que haya una migración efectiva y, en última instancia, el mantenimiento de las poblaciones en la escala del paisaje. Estas ideas han sido integradas en la propuesta de la "matriz agroecológica" planteada por I. Perfecto, J. Vandermeer y sus colaboradores.[4, 2]

Aunque las políticas de conservación han considerado el tamaño y la distribución de los fragmentos del hábitat, e incluso las actividades humanas que se realizan dentro de éstos,[20] las características de la superficie que los rodea han recibido menos atención por parte de quienes diseñan dichas políticas. En México, 61% de la superficie es de uso agropecuario o forestal,[21] por lo que la dinámica migratoria de las metapoblaciones ocurre en buena medida en tierras agrícolas. Estas tierras son altamente heterogéneas respecto de los modos de producción, e incluyen algunos muy industrializados que impiden la migración o el establecimiento de la biota regional y con ello contribuyen al aislamiento efectivo de los parches.

La simplificación de los sistemas mediante la técnica de monocultivo reduce la diversidad de espacios potencialmente utilizables por los seres vivos de la región.



Sin embargo, como vimos anteriormente, existen modos de producción agrícola basados en el aprovechamiento de los procesos naturales y de la biodiversidad (por ejemplo, policultivos de café, cacao y maíz) que facilitan el paso de especies entre un parche y otro.[1, 4] Así pues, mejoran la conectividad entre los parches y la estabilidad de la biodiversidad en ellos. Además, de los cerca de 4 millones de productores en el país, 68% trabaja en predios de tamaño menor o igual a cinco hectáreas.[21] Esta distribución del tamaño de los predios puede también, por sí misma, facilitar la migración de las especies.[22] Dichas características proveen condiciones favorables para impulsar estrategias de conservación fundamentadas en manejos agrícolas y esquemas de distribución de las tierras que promuevan la conservación de la biodiversidad en la escala del paisaje. De aquí que para conservar la biodiversidad en México sea esencial apoyar la agricultura campesina, que en buena medida se lleva a cabo en predios pequeños y en esquemas que fomentan la diversidad biológica y cultural. Finalmente, es importante añadir que la agricultura campesina, al promover la biodiversidad local y regional, puede afectar positivamente la productividad y la resiliencia de los agroecosistemas.[10]

En conclusión, este enfoque, que toma en cuenta la interacción bidireccional entre los procesos productivos y la dinámica ecológica en las áreas de vegetación primaria, puede contribuir a resolver la crisis alimentaria y la crisis de la pérdida de la biodiversidad. Por ello es fundamental incluir esta visión en la agenda científica y de conservación, y abordar algunos de los retos que identificamos como centrales: i) articular el estudio de los procesos productivos y ecológicos que ocurren en diferentes escalas espaciales; ii) incluir el papel de las zonas urbanas, además de las rurales, en los análisis y propuestas productivas y de conservación; iii) desarrollar métodos para evaluar cuantitativamente distintas manifestaciones de la biodiversidad y el efecto del manejo agrícola en la migración de las especies; iv) desarrollar marcos teóricos y metodológicos para abordar de manera integral el estudio de sistemas socioambientales; y v) discutir esta aproximación en el contexto de los acuerdos internacionales y las políticas que orientan los modos de producción en el país y determinan la distribución y el uso de las tierras.

**Agradecimientos**
Deseamos agradecer los comentarios y sugerencias de los miembros del laboratorio La Parcela y al Molote Agroecológico, así como el apoyo financiero por parte de UNAM-DGAMA-PAPIIT (IA202515) y CONACyT (221341, 247672).






**Bibliografía**

[1] Chappell, M. J., H. Wittman, C. M. Bacon, B. G. Ferguson, L. G. Barrios, R. G. Barrios e I. Perfecto. 2013. "Food sovereignty: an alternative paradigm for poverty reduction and biodiversity conservation in Latin America", *F1000Research* 2.

[2] Perfecto, I. y J. Vandermeer. 2010. "The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(13): 5786-5791.

[3] Fischer, J., P. Batáry, K. S. Bawa, L. Brussaard, M. J. Chappell, Y. Clough y H. Von Wehrden. 2011. "Conservation: limits of land sparing", *Science* 334(6056): 593.

[4] Perfecto, I., J. Vandermeer y A. Wright. 2009. *Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty*. Londres: Earthscan.

[5] Meyer, W. B. y B. L. Turner. 1992. "Human population growth and global land-use/cover change", *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 39-61.

[6] Córdova, A. 1974. *La política de masas del cardenismo*. México: Ediciones Era.

[7] Magdoff, F. y J. B. Foster. 2011. *What every environmentalist needs to know about capitalism*. Nueva York: NYU Press.

[8] Rosset, P., J. Collins y F. M. Lappe. 2000. "Lessons from the Green Revolution", *Tikkum Magazine* 15(2), 52-56.

[9] Altieri, M. A. y C. I. Nicholls. 1999. "Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems", en C. O. Qualset y W. W. Collins (eds.), *Biodiversity in Agroecosystems*, Boca Ratón: CRC Press.

[10] Holt Giménez, E. 2002. "Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring", *Agriculture, Ecosystems & Environment* 93(1): 87-105.

[11] Roschewitz, I., D. Gabriel, T. Tscharntke y C. Thies. 2005. "The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming", *Journal of Applied Ecology* 42(5): 873-882.

[12] González de Molina M. y V. M. Toledo. 2014. "The Industrial Metabolism", en *The Social Metabolism*. Nueva York y Londres: Springer International Publishing, pp. 197-253.

[13] Altieri, M. A. 2000. "Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems", *Agroecological Innovations*: 40-46.

[14] Cain, M. L., W. D. Bowman y S. D. Hacker. 2011. *Ecology*. Sunderland: Sinauer Associates.

[15] Carson, R. 2002. *Silent Spring*. Boston y Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt.

[16] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015. *Portal de suelos*. http://www.fao.org/soils-portal/es/; última consulta: 23 de octubre de 2015.

[17] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012*. México: Semarnat.

[18] Levins, R. 1969. "Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control", *Bulletin of the Entomological Society of America* 15: 237-240.

[19] Hanski, I. A. y O. E. Gaggiotti (eds.). 2004. Ecology, genetics and evolution of metapopulations. Ámsterdam: Elsevier Academic Press.

[20] Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP). *Términos de referencia para elaborar los programas de conservación y manejo*. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/TERMINOS%20DE%20REF-PAGINA.pdf; última consulta: 15 de noviembre de 2015.

[21] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal*. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/; última consulta: 4 de noviembre de 2015.

[22] Fahrig, L., J. Baudry, L. Brotons, F. G. Burel, T. O Crist, R. J. Fuller, y J. L. Martin. 2011. "Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes", *Ecology Letters* 14(2): 101-112.



[1] Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

[2] C3, Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

[3] Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Ciudad de México, México.

[4] Posgrado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

[5] Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Mexico.

[6] Maestría en Filosofía de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

[7] Departamento de Biología Celular, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

* Autor para correspondencia. mbenitez@iecologia.unam.mx

# LA RANA PATONA
## un coloso en la ribera del lago de Chapala

JOSÉ LUIS BARRAGÁN-RAMÍREZ[1],
JOSÉ LUIS NAVARRETE-HEREDIA[2] Y EDUARDO PINEDA[3]

El lago de Chapala es el cuerpo de agua dulce más grande de México con una extensión de 1,147 km$^2$, lo que equivale a 77% de la superficie de la Ciudad de México. Se ubica al oriente del estado de Jalisco y al noroeste del estado de Michoacán. Por sus dimensiones, clima, historia geológica y otros aspectos históricos y ambientales, este vaso lacustre es hábitat de una amplia variedad de seres vivos, desde microorganismos hasta vertebrados; incluso muchas de las especies que alberga este lago son exclusivas de él y sus inmediaciones. Algunos ejemplos son la culebra de agua (*Thamnophis eques obscurus*),[1] la tortuga del lago (*Kinosternon hirtipes chapalaense*),[2] el acocil o chacal (*Cambarellus prolixus*),[3] así como un número importante de peces.[4] Con respecto al grupo de los anfibios, el lago de Chapala es hogar de uno de los anuros (conocidos popularmente como ranas y sapos) más grandes de nuestro país: la rana patona (*Lithobates megapoda*).

La rana patona también es conocida localmente como "rana", "rana prieta" o, erróneamente, como "rana toro" (la verdadera rana toro, *Lithobates catesbeianus*, es una especie norteamericana, que ha sido introducida en diferentes partes de México y del mundo con fines de consumo).

Su nombre científico se relaciona con el gran tamaño de sus patas (*mega* = grande, *poda* = pies o patas). Precisamente por el tamaño considerable de sus ancas, sobre todo en la zona del muslo, algunos de los especialistas en ranas (herpetólogos) suelen referirse a ella como "rana pierna de pollo". Esta rana pertenece a la familia de las "ranas verdaderas" (Ranidae), cuyos integrantes se caracterizan generalmente por la forma hidrodinámica de su cuerpo, piel lisa, extremidades posteriores largas, robustas y del todo palmeadas (dedos unidos por una membrana). En México esta familia está representada por 28 especies.[5] Por las dimensiones de su cuerpo, la rana patona es el anuro de mayor tamaño en la ribera del lago de Chapala y a nivel nacional ocupa el cuarto lugar en talla y peso, sólo la superan el sapo gigante (*Rhinella marina*), el sapo del desierto sonorense (*Incilius alvarius*) y la verdadera rana toro (*Lithobates catesbeianus*).

### Distribución, hábitat y biología

La rana patona tiene una distribución endémica (exclusiva) en la región centro-occidente de México, particularmente en algunas localidades de los estados de Nayarit, Jalisco, Guanajuato y Michoacán.[10] Se le puede encontrar en ambientes acuáticos, principalmente cuerpos de agua permanentes, como ríos, arroyos, presas, charcas y lagos. En el lago de Chapala ocupa toda su periferia, así como algunos cuerpos de agua adyacentes, y aunque no es un organismo fácil de observar por sus hábitos nocturnos, su presencia se puede constatar a través de los "cantos" o llamados de apareamiento que realizan los machos a lo largo del año y con gran intensidad.

Su reproducción ocurre en el medio acuático donde las hembras depositan voluminosas masas de huevos que los machos fecundan. Posteriormente, los huevos eclosionan y emergen larvas (renacuajos) que, con el tiempo, se transforman en pequeñas



Vista dorsal de la rana patona (*Lithobates megapoda*).

Foto: © J. L. Barragán-Ramírez




ranas; dicho proceso de transformación es conocido como metamorfosis. Una vez que estas ranas crecen y alcanzan la madurez sexual (edad adulta) presentan características externas que permiten diferenciar su sexo (caracteres sexuales secundarios). Algunos de estos rasgos en los machos son la presencia de sacos vocales y excrecencias nupciales (tejido especializado para la sujeción de la hembra). Otra diferencia es la talla corporal, siendo mayor en las hembras.

Como a muchos otros anuros, a la rana patona se le considera una especie insectívora (por alimentarse de insectos). Sin embargo, se ha observado que además de invertebrados, consume pequeños vertebrados como peces y larvas de anfibios. Aunque es una rana que llama la atención por su gran tamaño y por su uso para consumo humano, no hay información detallada sobre su dieta, así como de muchos otros aspectos básicos de su biología, como reproducción, comportamiento o tamaño poblacional, entre otros.

**Importancia y uso como recurso biológico**

La rana patona desempeña un papel importante en el ambiente debido a que depreda distintos organismos, principalmente invertebrados, y con ello ayuda a su control biológico; de hecho, algunos de los insectos que consume pueden ser considerados plaga o agentes transmisores de enfermedades. Además, sus larvas (renacuajos) se encargan de regular poblaciones de algas y materia orgánica en el medio acuático. A su vez, esta rana y sus larvas son presa de innumerables organismos como peces, mamíferos, reptiles y aves acuáticas, siendo, en este sentido, un elemento importante en la red alimentaria del ecosistema. Finalmente, no hay que descartar el presunto papel que puede tener la rana patona como "especie bioindicadora" de la salud ambiental, por la susceptibilidad que presentan los anuros ante las alteraciones del ambiente, así como a agentes tóxicos o dañinos que pueden encontrarse en él.[11, 12]

Debido al tamaño de sus ancas, la rana patona es aprovechada en la ribera del lago de Chapala para consumo humano como sucede con otras especies de ranas en México (Cuadro 1). Además de ser una fuente con alto contenido proteico, sus ancas son consideradas una delicia culinaria que se prepara de distintas maneras; las más populares son al mojo de ajo, a la



Venta de rana patona en un puesto ambulante.
Foto: © J. L. Barragán-Ramírez

diabla, empanizadas, fritas y en caldo. Entre los pobladores existe la creencia de que el consumo de rana tiene propiedades curativas ante distintos males, entre ellos la infertilidad. A pesar de esto, su explotación no es intensiva ya que sólo de vez en cuando se pueden observar ejemplares en venta dentro de mercados o en locales semifijos por la calle. Su precio de venta al público ronda los 80 pesos por kilogramo.

En un estudio reciente,[19] se proporciona evidencia arqueológica que indica que la rana patona fue un componente importante en la dieta y la cultura de algunas comunidades indígenas en el estado de Jalisco durante la época prehispánica y colonial, particularmente en lo que fue la cuenca de la laguna de Magdalena. Esta situación ha cambiado con el paso del tiempo, pero sin duda nos hace pensar en la importancia de este coloso como recurso biológico desde tiempos ancestrales.

Cabe mencionar que de los pocos trabajos de investigación que se conocen acerca de esta especie, hay algunos de parasitología que mencionan a esta rana como un hospedero de distintas formas parasitarias, entre ellas trematodos y nematodos.[20, 21, 22] De éstas, habría que resaltar que algunas son causantes de enfermedades potencialmente zoonóticas (transmisibles al ser humano) y de importancia para la salud pública como son la eustrongilidiasis y anisakiasis, causadas por los parásitos *Eustrongylides* sp. y *Contracaecum* sp., respectivamente.[21, 23]

## Estatus ecológico y amenazas

Según la normatividad mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), la rana patona se encuentra protegida por la ley en la categoría de riesgo "Sujeta a protección especial". Mientras que en el ámbito internacional (Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN), se encuentra en la categoría "Vulnerable", por lo que es considerada como una especie amenazada. Si bien esta situación es preocupante, es un hecho que la poca atención que han recibido las poblaciones de esta especie y la falta de información que existe en torno a ellas no permiten reconocer con precisión su estatus real ni su tendencia en el tiempo. En el caso específico de las poblaciones que se encuentran en la zona ribereña del lago de Chapala se ha visto que pueden estar amenazadas por la degradación y transformación de su hábitat, principalmente en sitios que tienen contacto con zonas urbanas, así como por la contaminación de cuerpos de agua con metales pesados, o agroquímicos, amenazas que necesitan ser evaluadas para reconocer su impacto real sobre la especie.

**CUADRO 1. ANUROS QUE SE CONSUMEN EN MÉXICO**

| Especie | Nombre común | Entidad donde se consume |
|---|---|---|
| *Charadrahyla taeniopus* | Calate jarocho | Municipio de Atzalan, Veracruz.[13] Ambas especies se utilizan como ingrediente en la elaboración de la "torta de calate", un platillo típico de la localidad. |
| *Rheohyla miotympanum* | Calate chocuelo | |
| *Lithobates berlandieri* | Rana leopardo | Sur de la cuenca de México: Ciudad de México, Estado de México y Morelos.[14] |
| *Lithobates catesbeianus* | Rana toro | Ciudad de México, Michoacán, Sinaloa, Baja California Sur, Quintana Roo y otras zonas del país.[15] |
| *Lithobates dunni* | Rana de Pátzcuaro | Área circundante al lago de Pátzcuaro, Michoacán.[16] |
| *Lithobates forreri* | Rana pinta | Sinaloa.[17] |
| *Lithobates megapoda* | Rana patona | Guanajuato,[18] Jalisco y Michoacán. |
| *Lithobates montezumae* | Rana | Guanajuato,[18] Michoacán[15] y sur de la cuenca de México (Ciudad de México, Estado de México y Morelos).[14] |
| *Lithobates spectabilis* | Rana manchada | Sur de la cuenca de México: Ciudad de México, Estado de México y Morelos.[14] |



Platillo de ancas de rana empanizadas.
Foto: © J. L. Barragán-Ramírez

**Perspectivas de conservación y manejo**

Uno de los factores más críticos que atentan contra la preservación de los anuros en México y el mundo es la alteración y destrucción de sus hábitats naturales. Por ello es importante entender que para conservar a la rana patona en su medio natural es necesario conservar las condiciones naturales del lugar donde vive. Otro factor fundamental, que tiene un papel importante en la conservación de especies, es la generación de conocimiento por medio de la investigación para fundamentar las estrategias de conservación o manejo con base en información sólida, confiable y precisa. La rana patona ha sido fiel testigo, desde tiempos prehispánicos, del cambio y la transformación del lago más grande de México. En ese sentido, es necesario estudiarla con mayor profundidad, no sólo para conocer más sobre ella, sino también para conservarla y manejarla de manera apropiada, permitiendo con ello que sus poblaciones se mantengan en el futuro.

Rana patona (*Lithobates megapoda*) en la orilla del lago de Chapala.
Foto: © J. L. Barragán-Ramírez

**Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero a través de una beca para José Luis Barragán Ramírez. A José de Jesús Asencio Arrayga por sus comentarios y apoyo durante la elaboración del manuscrito.

**Bibliografía**

[1] Conant, R. 2003. "Observations on garter snakes of the *Thamnophis eques* complex in the lakes of Mexico's transvolcanic belt, with descriptions of new taxa", *American Museum Novitates* 3406: 1-64.

[2] Legler, J. M. y R. C. Vogt. 2013. *The turtles of Mexico: Land and freshwater forms*. Berkeley: University of California Press.

[3] Villalobos-Figueroa, A. y H. H. Hobbs. 1981. "A new dwarf crayfish from the pacific versant of Mexico (Decapoda: Cambaridae)", *Proceedings of the Biological Society of Washington* 94(2): 492-502.

[4] Miller, R. R., W. L. Minckley, S. M. Norris. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Sociedad Ictiológica Mexicana/El Colegio de la Frontera Sur/Consejo de los Peces del Desierto.

[5] Frost, D. R. 2016. *Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.0* (8 de mayo 2016). Disponible en http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, Nueva York.

[6] Behler, J. L. y F. W. King. 1979. *National Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians*. Nueva York: Alfred A. Knopf.



Hembra adulta de rana patona.

Foto: © J. L. Barragán-Ramírez


[7] Köhler, G. 2011. *Amphibians of Central America. Herpeton*. Offenbach: Elke Köhler.

[8] FAO. 2007-2016. "Fisheries and Aquaculture Department. Fisheries and Aquaculture Fact Sheets", en *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online], disponible en http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana_catesbeiana/en. Roma. Actualizado el 22 de mayo de 2013, citado el 2 de julio de 2016.

[9] Enderson, E. F. 2002. "Herpetofauna of the 100 mile circle: Sonoran Desert Toad (Bufo alvarius)", *Sonoran Herpetologist* 15(11): 128.

[10] Webb, R. G. 1996. "A systematic review of the Mexican frog *Rana megapoda* Taylor (Anura: Ranidae)", *The Southwestern Naturalist* 41(1): 35-42.

[11] Simon, E., M. Puky, M. Braun y B. Tóthmérész. 2011. "Frogs and toads as biological indicators in environmental assessment", en J. L. Murray (ed.). *Frogs: Biology, Ecology and Uses*. Hauppauge: Nova Science Publishers, pp. 141-150.

[12] Burger, J. y J. Snodgrass. 1998. "Heavy metals in bullfrog (*Rana catesbeiana*) tadpoles: effects of depuration before analysis", *Environmental Toxicology and Chemistry* 17(11): 2203-2209.

[13] Flores Hernández, D. 2014. *El calate Charadrahyla taeniopus (Günther, 1901) recurso alimentario en el municipio de Atzalan, Ver*. Tesis de experiencia recepcional. Xalapa: Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

[14] Aranda, M., M. Gual Díaz, O. Monroy Vilchis, L. Silva y A. Velázquez. 1999. "Aspectos etnoecológicos: aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en el sur de la Cuenca de México", en A. Velázquez y F. Romero (comps.), *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana/ Secretaría del Medio Ambiente, pp. 263-283.

[15] Radilla Fajardo, E. E. 2016. "Los retos de la comercialización: ancas de rana", *Divulgación Acuícola* 3(30): 20-22.

[16] Santos Barrera, G. y O. Flores Villela. 2004. *Lithobates dunni*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T58588A11792087. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T58588A11792087.en. Consultado el 28 de julio de 2016.

[17] Chávez, E. A., V. A. Valdez Ornelas y J. Salgado Barragán. 1995. "La explotación y disponibilidad de rana en el noroeste de México", *Ciencia Ergo Sum* 2(3): 361-366.

[18] Báez Montes, O., E. Vargas Colmenero, Y. F. Estrada-Sillas y L. C. Orozco-Uribe. 2012. "La biodiversidad le pone sazón a Guanajuato", en *La biodiversidad en Guanajuato: estudio de estado*, vol. I. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, pp. 316-322.

[19] Porcasi, J. F. 2010. "Archeological evidence for dietary use of bigfoot leopard frog (*Lithobates megapoda*) in postclassic and colonial central Mexico", *Culture & Agriculture* 32(1): 42–48.

[20] Razo Mendivil, U., J. P. Lacletie y G. Perez-Ponce de Leon. 1999. "New host and locality records for three species of *Glypthelmins* (Digenea: Macroderoididae) in anurans of Mexico", *Journal of the Helminthological Society of Washington* 66(2): 197-201.

[21] Ramírez Lezama, J. y D. Osorio Sarabia. 2002. "Lesiones histológicas en músculo esquelético, causadas por larvas de *Eustrongylides* sp. (Nematoda: Dioctophymatidae) en ranas comestibles del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México", *Veterinaria México*, 33(3): 335-341.

[22] Paredes León, R., L. García Prieto, C. Guzmán Cornejo, V. León Regagnon y T. M. Pérez Ortiz. 2008. "Metazoan parasites of Mexican amphibian and reptiles", *Zootaxa* 1904 (2008): 1-166.

[23] Anderson, R. C. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission*. Wallingford: CABI Publishing.



[1] Estudiante de posgrado del Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara; barragan5478@yahoo.com.mx

[2] Centro de Estudios en Zoologia, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

[3] Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología, A.C.



# PLANTAS, HORMIGAS Y HERBÍVOROS INTERACTÚAN

## en un ambiente semiárido en el centro de México, ¿cómo lo hacen?

WESLEY DÁTTILO[1], ARMANDO AGUIRRE[2], ROCÍO FLORES FLORES[3], DIANA AHUATZIN FLORES[1] Y ERICK J. CORRO MÉNDEZ

Hormigas de la especie *Camponotus rubrithorax* atacando a una oruga en una rama de mezquite. Se aprecia en la parte superior izquierda un nectario extrafloral de color rojo.
Foto: © Armando Aguirre

Ambientes áridos o semiáridos es un término comúnmente utilizado para designar el clima de una región del planeta donde el principal factor limitante es la disponibilidad de agua. Estos ambientes están presentes en todos los continentes con excepción de la Antártida; se ubican entre los 10° y 35° de latitud y albergan a unos 500 millones de personas alrededor del mundo. Se conoce que la cantidad y disponibilidad estacional del agua son primordiales para la supervivencia a largo plazo en este tipo de regiones, tanto para las plantas como para los animales. Otras características de estos ambientes son los altos niveles de radiación solar y las amplias variaciones de temperatura durante el día y la noche, los cuales son factores que pueden influir en la manera en que un ser vivo pueda habitarlos. Por lo tanto, a lo largo del tiempo los organismos han evolucionado y desarrollado diferentes adaptaciones para poder sobrevivir en estos ambientes tan extremos.

México es un país con grandes extensiones de zonas áridas y semiáridas que ocupan alrededor de 60% del territorio nacional, donde a este tipo de ambientes también se les conoce como "matorrales xerófilos", debido a que abarcan diversas comunidades vegetales con una presencia importante de especies arbustivas. Fisionómicamente se pueden identificar tres componentes importantes de acuerdo con la forma de vida de las plantas: leñosas, suculentas y herbáceas.[1] En nuestro país, estos ecosistemas son centro de origen de varias especies de plantas, como cactáceas, magueyes y árboles, entre ellos las burseras de las que se obtiene el copal, una resina aromática utilizada en actos religiosos. El desierto Chihuahuense y el Sonorense son los que mayor superficie ocupan y se encuentran localizados entre los 25° y 35° de latitud norte, misma zona que comparten desiertos en otras partes del mundo, como el Sahara. Sin embargo, en el centro de México existe otra región árida: el desierto de Tehuacán-Cuicatlán, que se extiende por aproximadamente 10,000 km$^2$ y abarca territorio de los estados de Puebla y Oaxaca. En esta zona habitan actualmente cerca de 35 mil personas y ocho grupos étnicos. Además de su importancia cultural e histórica, es relevante en términos de biodiversidad y ha sido considerada como



Un árbol de mezquite (*Prosopis laevigata*). Esta especie presenta nectarios extraflorales y es una planta típica de la fisionomía de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán.

Foto: © Wesley Dáttilo

centro de domesticación del maíz. En 1998 la mayor parte de su territorio fue decretada como Reserva de la Biosfera. Tehuacán-Cuicatlán presenta una gran diversidad florística, con aproximadamente 12% de todas las especies de plantas del país, de las cuales 14% son especies que sólo ocurren en esta zona y en ningún otro sitio del mundo, lo que se conoce como especies endémicas. Se han identificado alrededor de 29 diferentes tipos de vegetación.[2]

Con respecto a la fauna, ésta es menos conocida pero se sabe que tiene una alta diversidad. Un grupo que es muy interesante es el de los insectos, tanto por el número de especies como por las interacciones que tiene con las plantas. En el planeta, se sabe que sumando plantas e insectos éstos ocupan casi el 75% de la biodiversidad.[3] Esto es entendible si pensamos que los insectos están involucrados en una miríada de interacciones con las plantas. Las hormigas es un grupo de organismos que desempeñan un papel ecológico muy importante en diversos ecosistemas; se conocen alrededor de 15,000 especies de ellas en el planeta, distribuidas principalmente en las zonas tropicales.

Las hormigas pueden llegar a ser muy abundantes y utilizar diferentes recursos alimenticios de manera muy eficiente, lo cual hace que estén involucradas en varias interacciones con las plantas, por ejemplo, las neutrales, donde ninguno de los interactuantes es beneficiado, pero tampoco perjudicado; interacciones antagónicas, en las cuales las hormigas pueden provocar cierto impacto negativo en las plantas, como son las del género *Atta* que defolian una gran cantidad de plantas en tiempos relativamente cortos; algunas especies pueden visitar las flores y de manera indirecta robar recursos como néctar y polen. Sin embargo, también tienen interacciones de beneficio mutuo (mutualista) como en procesos de polinización (escasos pero se presentan), o removiendo y dispersando semillas de varias especies de plantas favoreciendo la estructuración de comunidades de plantas. También constituyen una defensa biótica contra los herbívoros, esto debido a que las plantas ofrecen casa —por ejemplo, en troncos huecos o en espinas—, así como alimento —que pueden ser estructuras ricas en proteínas y carbohidratos, y también soluciones



Hormigas muy pequeñas de la especie *Dorymyrmex flavens* luchando por remover una semilla de un nopal (*Opuntia pillifera*).

Foto: © Juan García-Chávez

Vista en detalle de un nectario extrafloral secretando néctar en la base de las hojas del mezquite.

Foto: © Armando Aguirre

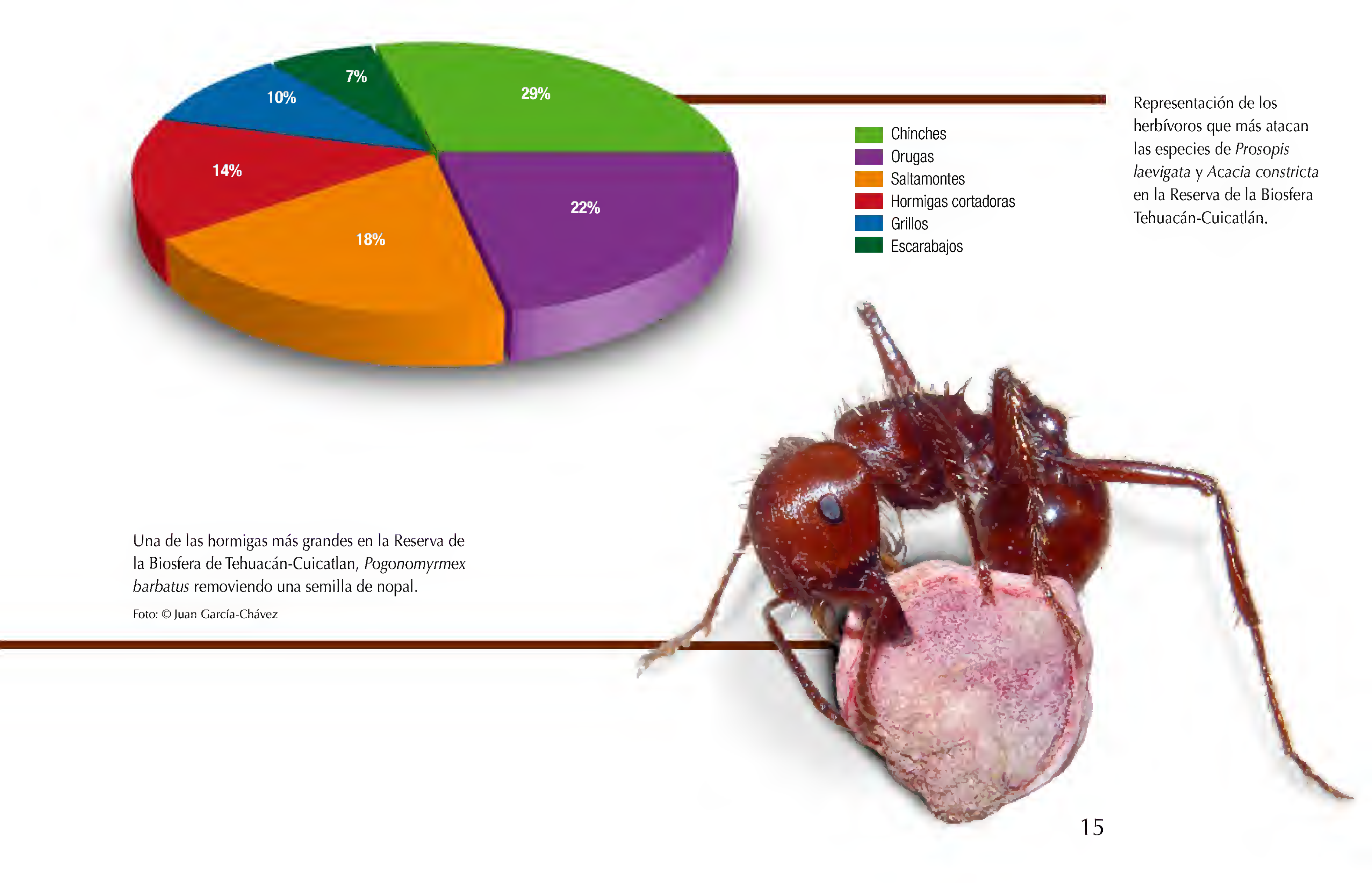
azucaradas (néctar extrafloral)—, y a cambio las hormigas las defienden contra los herbívoros. Asimismo, existen hormigas que remueven gran cantidad de materia orgánica y la acumulan en las ramas de los árboles, lo cual con el tiempo favorece el establecimiento de una gran diversidad de plantas; a esto se le conoce como "jardines de hormigas". En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán el conocimiento sobre las hormigas es relativamente escaso, se sabe que existen alrededor de 28 especies, siendo los géneros más importantes *Pheidole*, *Camponotus*, *Dorymyrmex* y *Leptothorax*.[4]

Como podemos imaginarnos, las plantas tienen características particulares que promueven la interacción con animales. Una de ellas son los nectarios extraflorales, los cuales consisten en una estructura secretora de néctar que no está involucrada con ningún mecanismo de atracción de polinizadores. Estas glándulas pueden estar ubicadas en las hojas, peciolos, raquis, estípulas, tricomas y tallos. Los nectarios extraflorales secretan compuestos azucarados (néctar extrafloral) que pueden ser de diferente tipo de azúcares, lo que atrae a muchas especies de insectos,

entre ellas a las hormigas, que en la mayoría de los casos funcionan como una defensa biótica de las plantas contra ataques de insectos herbívoros.

Dentro del grupo de plantas que presentan nectarios extraflorales está el de las leguminosas; en ellas las glándulas están localizadas principalmente en el raquis de las hojas. El mezquite (*Prosopis laevigata*) es un árbol que habita en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y presenta este tipo de glándulas; es utilizado por los pobladores como forraje para animales, combustible, material de construcción, e inclusive como planta medicinal. Los nectarios extraflorales del mezquite promueven todo un "teatro ecológico" donde numerosos actores toman parte creando escenarios de interacciones donde algunos son beneficiados y otros son perjudicados. En el mezquite podemos encontrar principalmente dos especies de hormigas que se alimentan del néctar extrafloral, que consumen de manera diferencial: por el día *Camponotus rubrithorax* y por la noche *Camponotus atriceps*, asemejando una fábrica donde se laboran diferentes turnos, en este caso para defender a la planta. Este curioso comportamiento evita que ambas especies compitan por el recurso alimenticio (néctar extrafloral). Estas diferencias en el comportamiento entre turnos y entre hormigas se debe a que las hormigas nocturnas no poseen adaptaciones ecológicas y fisiológicas para soportar los bajos niveles de humedad, las altas incidencias de radiación solar, así como las elevadas temperaturas durante el día que pueden llegar hasta los 40°C. Estas características ambientales promueven también que la mayoría de las especies de herbívoros asociadas al mezquite prefieran alimentarse por la noche. Existe una gran diversidad de insectos herbívoros que se alimentan del mezquite, entre los que destacan chinches, orugas, chapulines, hormigas cortadoras y escarabajos.[5]

La secreción de néctar extrafloral promueve la protección del mezquite contra herbívoros al atraer hormigas que defienden sus hojas; sin embargo, esto representa un costo energético muy alto para la planta y por ello la secreción no es continua a lo largo del día y se concentra principalmente en la noche cuando la abundancia de herbívoros es mayor. Asimismo existen diferencias conductuales entre las dos especies de hormigas: la nocturna es más agresiva contra los insectos herbívoros y favorece una mejor defensa. Este tipo de interacción en el que las hormigas ofrecen una defensa biótica contra herbívoros y la planta les retribuye con alimento no es exclusiva del mez-




Representación de los herbívoros que más atacan las especies de *Prosopis laevigata* y *Acacia constricta* en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

Una de las hormigas más grandes en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlan, *Pogonomyrmex barbatus* removiendo una semilla de nopal.

Foto: © Juan García-Chávez



Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, donde aparecen imponentes paisajes formados por cañadas y valles con un gran número de cactus columnares típicos de la región.

Foto: © Armando Aguirre

quite. Este "teatro ecológico" también se desarrolla en otras leguminosas de la región y en algunas especies de cactáceas, pero aún se desconoce de manera precisa su función.

La dinámica de interacción planta con nectarios extraflorales-hormiga-herbívoro en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán parece seguir un patrón en el cual las plantas secretan más néctar para atraer hormigas protectoras cuando la presión por parte de los herbívoros es más intensa. Lo anterior sugiere que esta dinámica de interacciones aparenta seguir las predicciones de la Teoría de la Defensa Óptima, propuesta por Doyle McKey en 1974, que sostiene que las plantas deben invertir más defensas en las partes con mayor probabilidad de ser atacadas por los herbívoros.

En conclusión, las interacciones que involucran diferentes especies de plantas y animales nos abren un nuevo paradigma para estudiar la arquitectura de la biodiversidad desde enfoques que van de lo morfológico-funcional, ecológico hasta el evolutivo. El estudio de interacciones múltiples es un campo novedoso, y en el cual hace falta un mayor entendimiento sobre las causas y consecuencias que mantienen y modulan este tipo de interacciones.

**Bibliografía**


[1] Challenger, A. y J. Soberón. 2008. "Los ecosistemas terrestres", en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Conabio, pp. 87-108.

[2] Valiente Banuet, A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. F. Hernández, M. del Coro Arizmendi, J. L. Villaseñor y J. O. Ramírez. 2000. "La vegetación del valle de Tehuacán-Cuicatlán", *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 25-74.

[3] Wilson, E. O. 1999. *The Diversity of Life*. Nueva York: WW Norton & Company.

[4] Ríos Casanova, L., V. Valiente-Banuet y V. Rico Gray. 2004. "Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México", *Acta Zoológica Mexicana* 20(1): 37-54.

[5] Dáttilo, W., A. Aguirre, R. V. Flores Flores, R. Fagundes, D. Lange, J. García Chávez, K. Del Claro y V. Rico Gray. 2015. "Secretory activity of extrafloral nectaries shaping multitrophic ant-plant-herbivore interactions in an arid environment". *Journal of Arid Environments* 114: 104-109.



[1] Instituto de Ecología A.C., Red de Ecoetología, Xalapa, Veracruz, México.

[2] Instituto de Ecología A.C., Red de Interacciones Multitróficas, Xalapa, Veracruz, México.

[3] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Puebla, Puebla, México.




**La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad te invita a participar activamente en la 7ª Semana de la Diversidad Biológica para celebrar el 22 de mayo, Día Internacional de la Diversidad Biológica.**

## Organiza…

actividades como visitas a sitios naturales, limpieza de basura, pláticas, conferencias, exposiciones, concursos en tu escuela, institución de trabajo y estudio o localidad donde vives, que contribuyan a valorar y conservar la riqueza natural de México.
En 2017 nos enfocaremos al tema "Turismo sostenible".

## Difunde y comparte tus actividades en:

www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/SDB/
**¡Sólo necesitas registrarlas!**

## Asiste…

a las conferencias, exposiciones, cortometrajes y actividades que se llevarán a cabo en tu estado.
En la Ciudad de México la Biblioteca Vasconcelos será una de las sedes capitalinas.




Para mayor información, consulta:
**www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/SDB/**
o escribe a: sdb@conabio.gob.mx









# Nuevo Banco de imágenes

Te invitamos a conocer la nueva versión que ya está disponible en:
http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/

Anfibios

Reptiles

Peces

Aves

Mamíferos

Hongos

Invertebrados

Pinos y Cedros

Ilustraciones

Además de una organización y vistas nuevas, esta versión ofrece otras herramientas:

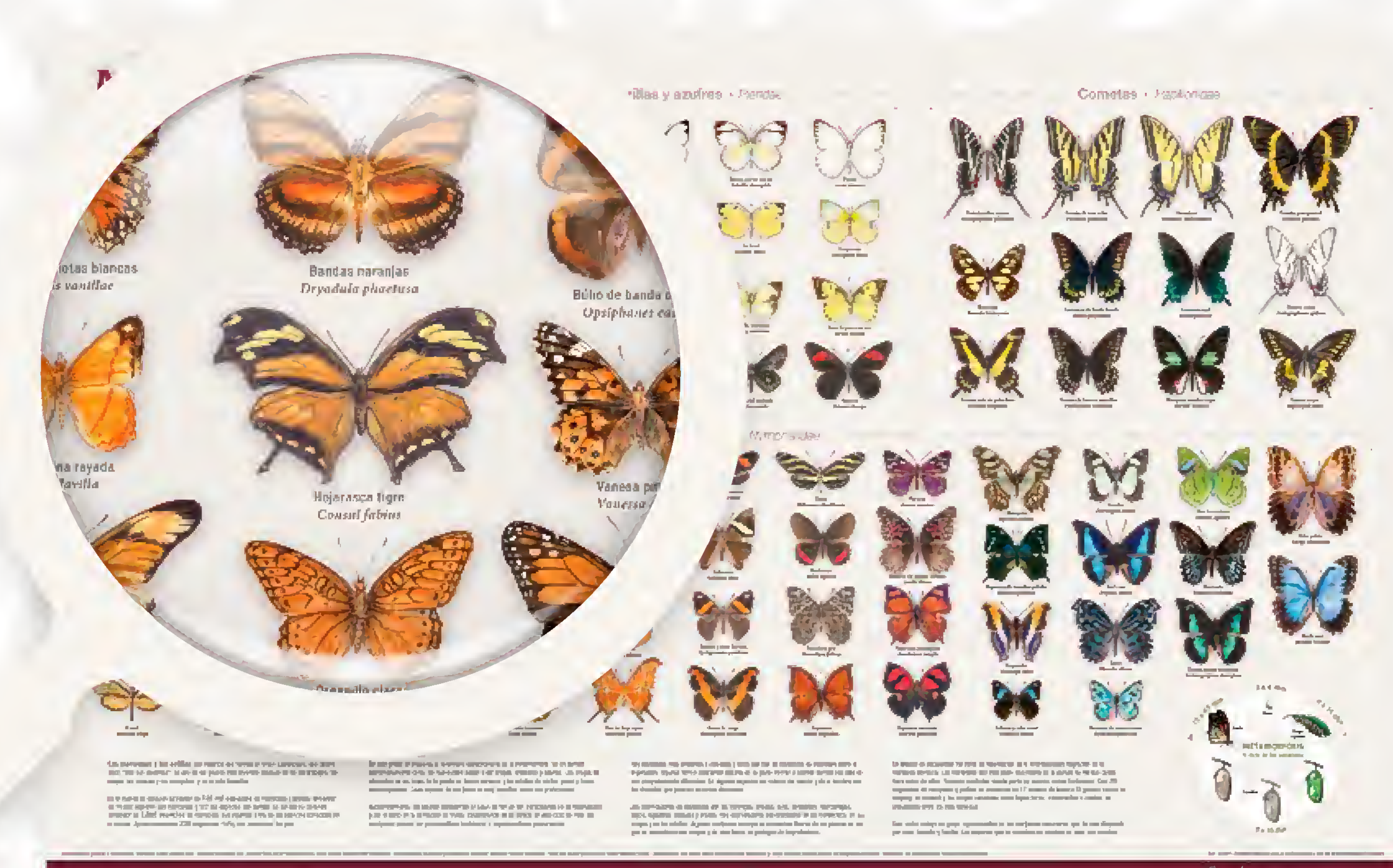
- Seleccionar varias imágenes y descargarlas al mismo tiempo.
- Guardar tu selección de imágenes en una carpeta personal (mis colecciones).
- Crear alertas de nuevas imágenes de las especies de tu interés.

Descubre más…



Explora estas y otras categorías de este acervo fotográfico con más de 89,000 imágenes.

# Nuevo cartel




**Mariposas de México**

En México se conocen alrededor de 1,800 especies de mariposas que equivale a 9% de las especies conocidas en el mundo. Aproximadamente 235 especies son endémicas del país.

Este cartel incluye un grupo representativo de las mariposas mexicanas que ha sido dispuesto por color, tamaño y familia.

Medida: 90 X 60 cm



Descubre más…



## *La biodiversidad en la Ciudad de México*

La Ciudad de México es una de las primeras megaciudades del mundo, que durante los últimos años ha participado en iniciativas y decisiones nacionales e internacionales para proteger la biodiversidad y mitigar sus amenazas. A pesar de comprender 0.1% de la superficie del país, su fisiografía con suelos fértiles y rica en recursos hídricos, da origen a una relevante diversidad biológica con importantes endemismos y especies. El crecimiento poblacional y las consecuencias de la expansión urbana, como la contaminación, son las principales amenazas para la diversidad. Ante esta situación y consciente de la problemática ambiental que enfrenta la Ciudad de México, la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno de esta entidad contactó a la CONABIO para ser parte de la iniciativa de las Estrategias Estatales de Biodiversidad.

Finalmente, tras un esfuerzo de colaboración sin precedentes, en el que participaron 31 instituciones estatales, nacionales y extranjeras y cerca de 170 autores, la Ciudad de México ha cumplido con la primera meta de este proceso mediante la publicación de *La biodiversidad en la Ciudad de México*, obra que constituye el compendio más completo y actualizado de información sobre la diversidad biológica de esta entidad.

El estudio está conformado por una sección introductoria y 11 secciones con sus respectivos capítulos, referencias bibliográficas y apéndices. También se han compilado estudios de caso de regiones de la Ciudad de México.






La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de las redes sociales

*Biodiversitas* es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO. El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor. Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

| | |
|---|---|
| EDITOR RESPONSABLE: | Fulvio Eccardi Ambrosi |
| DISEÑO: | Tools Soluciones |
| CUIDADO DE LA EDICIÓN: | Adriana Cataño y Leticia Mendoza |
| PRODUCCIÓN: | Gaia Editores, S.A. de C.V. |
| IMPRESIÓN: | Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. |


fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
**COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD**
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010, Ciudad de México
Tel. 5004-5000, www.gob.mx/conabio Distribución: nosotros mismos